

環境科学センター出前講座

「マイクロプラスチックって何だろう？」 講義用スライド・解説

※本資料は、環境科学センターで実施している出前講座「マイクロプラスチックって何だろう？」を文書上で再現したものです。実際行われる出前講座とは内容が一部異なる場合がありますのでご了承ください。

<スライド 1>



神奈川県環境科学センターでは、平成29年度から相模湾沿岸に漂着するマイクロプラスチックに関する調査を実施しています。本日は、その結果から明らかになったことについてご報告します。その前に、まず、マイクロプラスチックに関して、これまでの研究でわかっていることをまとめ、基礎知識を吸収していただいてからにしたいと思います。この写真は、実際に海岸で採取したマイクロプラスチックになります。

神奈川県 **マイクロプラスチック (MP) とは**

- ✓ **5mm以下**のプラスチック (GESAMP ; 国連海洋専門家会議)
- ✓ 排出後の外的作用の有無により**一次**と**二次**に分けられる
 - 一次 ; **レジンペレット**、スクラブ剤としての**マイクロビーズ**
 - 二次 ; プラスチック製品、化学繊維等が紫外線、波の作用により細片化したもの (**破片**)
- ✓ 海洋中の総量はおよそ**5兆個** (Eriksen *et al.*, Plos One, 2014)、日本近海の漂流量は世界平均の**27倍** (Isobe *et al.*, Mar. Pollut. Bull., 2015)
- ✓ その影響は、
 - 海水から化学物質を吸着、濃縮し、遠隔地へ輸送する (周辺海水の十万~百万倍に濃縮 (Mato *et al.*, Environ. Sci. Technol., 2001))
 - 海洋生物に捕食され、ダメージを与える

Isolation method

5 mm Sieve
330 µm Zoo-P net
50-80 µm Phyto-P net
0.2-1 µm Conventional filter

Kanagawa Prefectural Government

マイクロプラスチックには、定義があります。GESAMPと呼ばれる国連海洋専門家会議が決めたもので、それによれば、「5mm以下の(サイズの)プラスチック」となっています。また、排出後の外的作用により、一次マイクロプラスチックと二次マイクロプラスチックに分けられます。一次マイクロプラスチックは、もともとサイズが小さいもの、例えば、プラスチックの原料である樹脂(レジン)ペレットと呼ばれるものや、顔や体の角質をとるために使われる「スクラブ剤」などに含まれていたマイクロビーズなどがありますが、現在は業界団体が自主規制をしており、このスクラブ剤にプラスチックが使用されることはほとんどなく、クルミなどの天然素材や無機系の顆粒が使用されています。一方、二次マイクロプラスチックは、様々なプラスチック製品が、紫外線や波の作用を受けて、細くなったもの、いわゆる破片が相当します。

海洋中のマイクロプラスチックの総量は、およそ5兆個と推計されています。また、九州大学の磯部先生によれば、日本近海の漂流量は非常に多く、世界平均のおよそ27倍と推測されています。当然、実際に数えることは出来ませんから、ある決まった面積に存在する実際の数から推計していると思います。

その影響としては、1つには海水中に広く薄く拡がっているPCBなどの化学物質と馴染みやすいことから、これらを吸着し、結果として有害な化学物質が濃縮されて、あちこちに輸送される、いわゆる「運び屋」としての役割があることが言われています。加えて、マイクロプラスチックそのものが、餌と間違えられたりして海洋生物に捕食されるため、そのことが原因で栄養が取れなくなるなどのダメージを生物に与える結果になるとも言われています。

神奈川県

化粧品中のマイクロビーズ

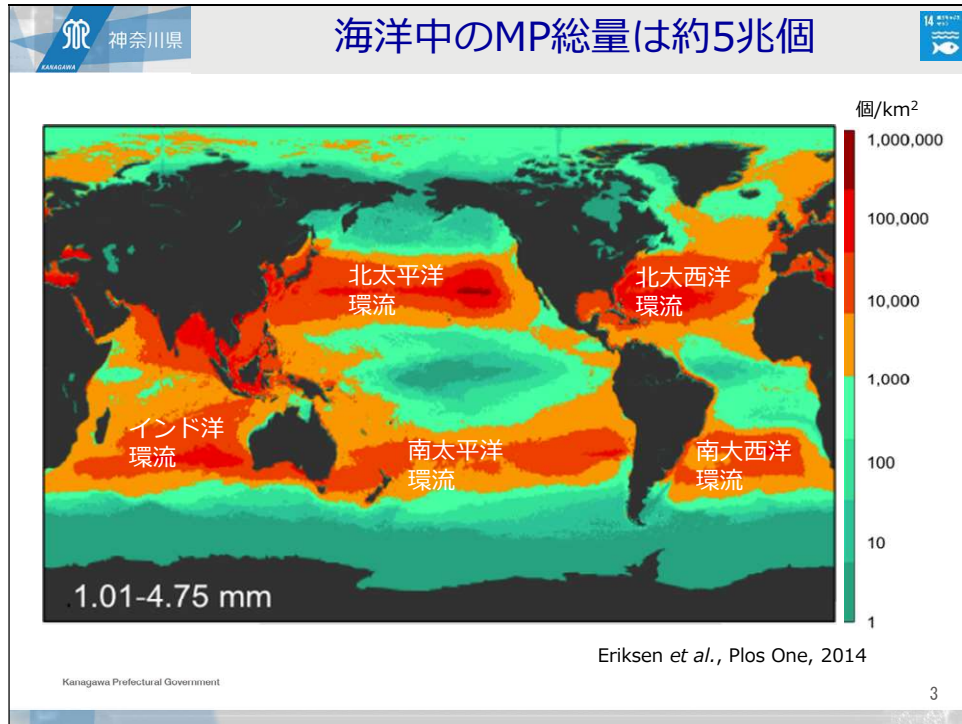


古いボディスクラブから分離したもの。

Kanagawa Prefectural Government

2

この写真は、古いボディスクラブから分離したマイクロビーズになります。サイズを見ていただくと、大きなものでも0.2mm程度しかないことがお分かりいただけると思います。ただし、先ほどもお話ししたように、現在は工業会が自主規制をしているため、このようなプラスチックのビーズはスクラブ剤としてはほとんど使用されていないと思われます。



先ほど、海洋中にはマイクロプラスチックが約5兆個あるとお話しましたが、その分布状況を示した図になります。これをみていただくと、それぞれの大陸の間を環流が流れていて、そこがベルト状に密度が高いことがわかります。特に、日本近海には北太平洋環流が流れており、東日本大震災の際にも、東北地方からハワイを經由して、アメリカの西海岸に津波堆積物が漂着したとニュースになっていましたので、ご承知の方も多いと思いますが、この辺りは「太平洋ごみベルト地帯」などとも言われるぐらい、プラスチックを含めたごみが多く、ぐるぐると循環していることがわかっています。それ以外にも、東南アジア近傍で赤くなっているところが見えます。これも報道などでご承知のとおり、中国を含めた東南アジアの国が、これまではたくさん廃プラスチックを輸入して、一部リサイクルを実施していました（現在は輸入禁止の措置をとっています）。しかしながら、実際には、東南アジアの国々には高度なリサイクル技術がほとんどなく（現在日本からも技術支援はしているところですが）、質の良い一部のプラスチックのみがピックアップされてリサイクルへ回っているだけで、他は積み上げて保管されている状況だそうです。したがって、台風などの大雨がくれば、海へ流れ出てしまうことが多いため、その影響もあって、東南アジア近傍で高い密度の推計値が出ているものと思われます。

神奈川県 KANAGAWA

絶海の孤島の漂着プラごみ

14



ヘンダーソン島

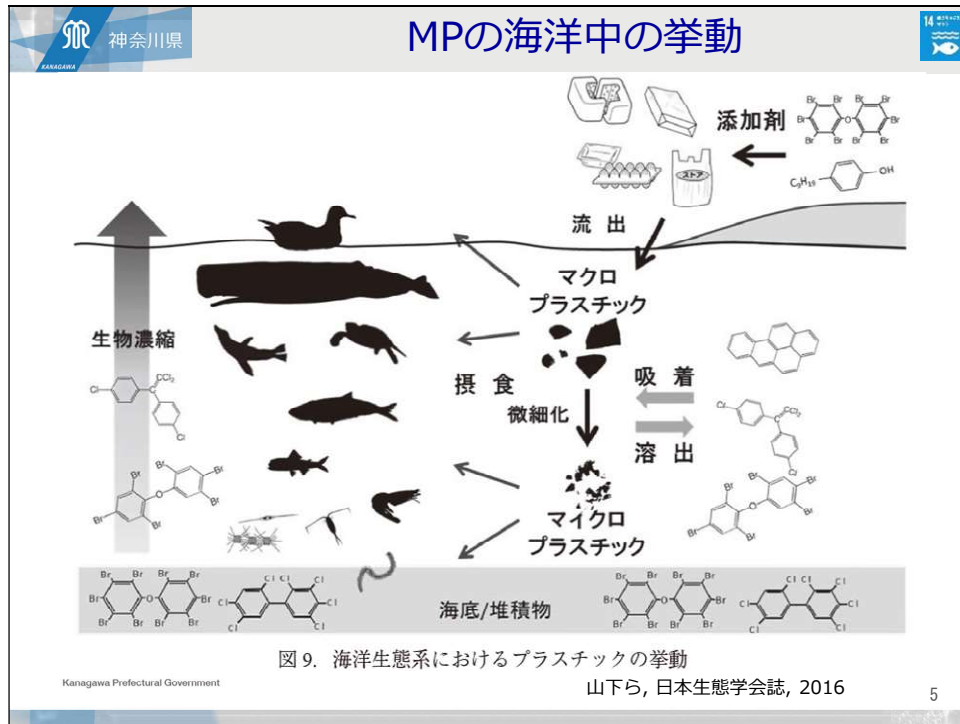
Stephanie et al., PNAS, 2017

Kanagawa Prefectural Government

4

写真は、南太平洋の孤島ヘンダーソン島の海岸の状況です。もちろん、これらのプラスチックごみは、住民が使って捨てたものではなく、海から打ち上げられたものになります。

日本国内の研究者の話では、例えば小笠原諸島や西の長崎や対馬の離島でも、同様に海岸に流れ着くプラスチックごみが多いと聞いています。ただし、それだけではなく、島内に廃棄物処理の施設がないことから、内陸の山間部などにもごみが多く捨てられている場合もあるとのこと、海岸と山間部の両方がごみだらけの状況を見つかることがあると聞いています。



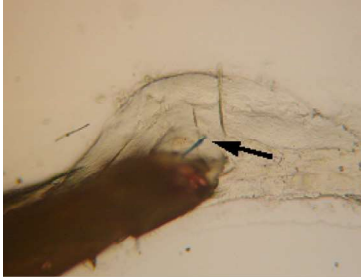
マイクロプラスチックの海洋中での挙動を、模式的に示した図になります。プラスチック製品を作る際には、熱による酸化を防止したり、静電気を防止したりするために、様々な添加剤を使用しています。プラスチック製品が、海洋中に流出すると、次第に小さくなっていきますが、ある程度の大きさの「マクロプラスチック(マイクロプラスチックより大きいもの)」の形になって、こうした添加剤が流出したり、海洋中にあるPCBなどの、残留性が高い有機汚染物質を吸着したりしながら、さらに細分化されてマイクロプラスチックになります。これらが、海洋生物の餌と間違われることにより小さな生物に取り込まれ、それらをより大きな生物がさらに取り込んで、結果として生物濃縮されてしまう構図が推測されています。

神奈川県

海洋生物に食べられたMP

16

ゴカイ類



Thompson *et al.*, Science, 2004

魚の消化管



Boerger *et al.*, Mar. Pollut. Bull., 2010

Kanagawa Prefectural Government

6

これは、実際に研究者が生物の体内でマイクロプラスチックを確認したものになります。魚やゴカイという、細長くてニョロっとした生物(魚釣りの餌などとして使用)などでも、体内に取り込まれていることがわかっています。

神奈川県 食用の海産物中から見つかったMP


✓ カリフォルニアの魚屋と漁師から購入した魚介中の検出例

魚種	検出状況	MPの形態
カキ	12個中 4個 (33%)	繊維
トウゴロウイワシ	7尾中 2尾 (29%)	繊維、破片
カタクチイワシ	10尾中 3尾 (30%)	繊維、フィルム、フィラメント
シマスズキ	7尾中 2尾 (29%)	繊維、フィルム、フォーム
マスノスケ	4尾中 1尾 (25%)	繊維
メダマヒラメ	5尾中 3尾 (60%)	繊維、フィルム
キンムツ	11尾中 1尾 (9%)	フィルム


Rochman et al., Sci. Rep., 2015

Kanagawa Prefectural Government 7

これは、実際に食用の海産物を調べた調査結果になります。アメリカのカリフォルニアの事例です。これを見ますと、私たちが普通に食べている貝類、魚類にもマイクロプラスチックが含まれている可能性があると考えられます。この中で、マイクロプラスチックの形態として、繊維が見つかる頻度が高くなっています。繊維状のプラスチックって何だろうと思いませんか。実は、私たちが着ている洋服の生地は、いわゆる「ポリエステル」と呼ばれる化学繊維が非常に多いことはご存じでしょうか。ポリエステルの仲間には、例えば私たちが日常使用しているPETボトルのPET(ポリエチレンテレフタレート)という材質も含まれます。この樹脂を回収して、熱をかけて細長く伸ばせば、繊維状になるため、これを作業着などとして再利用しています。つまり、そのポリエステルの洋服を洗濯すると、繊維が取れて流れることから、繊維状のプラスチックとして生物に取り込まれることもあるというわけです。



東京湾のカタクチイワシ中のMP



✓ MPの検出状況は…

	採取時期	MP検出状況	出典
ケース1	2015年8月	検出率 ; 76.5% 2.3個/匹	Tanaka <i>et al.</i> , Sci. Rep., 2016
ケース2	2016年10~12月	検出率 ; 79.4% 2.7個/匹	田中ら, 水環境学会誌, 2018

✓ ケース1 (64尾中49尾検出) の検出MPの形態別内訳 Tanaka *et al.*, Sci. Rep., 2016


材質	破片	ビーズ	細棒	フォーム	計
ポリエチレン	70	7	1		78
ポリプロピレン	54	2	7	2	65
ポリスチレン	1	2			3
その他	4				4
計	129	11	8	2	150

✓ 人が食べてもこのサイズのプラスチックは排泄される (東京農工大学 高田教授 談)
Kanagawa Prefectural Government

8


こちらは、実際に東京湾で捕れたカタクチイワシを調べた研究者が報告している結果になります。2例の報告がありますが、いずれも、検出率としては70%以上と、非常に高い結果になっています。ただし、消化管内から見つかったのは2粒から3粒程度と数としてはわずかなものです。検出されたプラスチックの材質を見ると、私たちが日常使用しているプラスチックが多いことがわかります。例えば、ポリエチレンはレジ袋などの袋類やフィルムなどに多く使用されています。また、ポリプロピレンは、シャンプーや洗剤などのボトルに使用されていることが多いものです。さらに、ポリスチレンの発泡タイプのもは、魚用の保冷箱、生協などの通い箱や食品用のトレイなどで多く使用されています。

もし、人がこれらの魚を食べてしまっても、プラスチックは人の消化管から吸収されないため、そのまま排泄されることになりますので、今のところ大きな問題はないと考えられています。

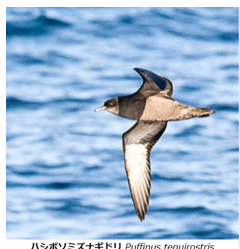


神奈川県

海鳥に捕食されたプラスチック



✓ ハシボソミズナギドリの場合



ハシボソミズナギドリ *Puffinus tenuirostris*
画像出典 ; Wikipedia




写真9 ハシボソミズナギドリの砂糞と検出された多数のMP
(出典：北海道大学 箱真先生提供)
田村, 環境浄化技術, 2016




図1 1羽のハシボソミズナギドリの胃の中から検出されたプラスチック片(方眼は5mm×5mm)
Kanagawa Prefectural Government 高田, 国民生活, 2016

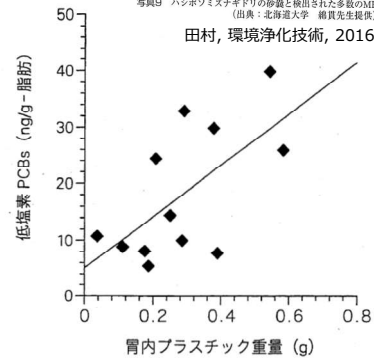


図6 ハシボソミズナギドリの胃内プラスチック重量と腹腔脂肪中低塩素PCBs濃度の関係
高田ら, 海洋と生物, 2014


魚などの海洋生物だけではなく、それを餌としている海鳥にも、マイクロプラスチック汚染が広がっています。こちらは、ハシボソミズナギドリで調べた結果です。この結果では、胃の中にプラスチック片の量が多いほど、体脂肪中の低塩素化PCB*の含有量が多い傾向にあることを示しています。このことから、マイクロプラスチックに付着あるいは吸着していたPCBが、体内に取り込まれている可能性があるのではないかと推測されています。

* PCBは食物連鎖によっても海鳥に取り込まれていますが、そこでは高塩素化PCBの方がより大きく増幅され、濃度が高くなると考えられています。そのため、プラスチックから取り込まれるPCBの影響は低塩素化PCBの方がはっきりとした結果が得られています。

神奈川		MPをめぐる世の中の動き
1950年代		プラスチックの海洋への流出が認識される
1972年		微小プラスチックの海洋生物による捕食の危険性を確認
2001年		MPによる有害化学物質の輸送（ 有害物質の運び屋 ）が確認され、海洋汚染の脅威が認知される
2008年		NOAAでMPの定義が議論される
2015年	1月	オランダ等欧州5カ国で化粧品中MPの使用自粛要請
"	4月	環境省 が海面浮遊プラスチックの調査結果を公表
"	6月	G7エルマウサミットで海洋環境中のMPについて議論
"	12月	米国でマイクロビーズの化粧品使用を禁止する法案成立
2016年	3月	日本化粧品連合会がマイクロビーズの自主規制を開始
"	5月	G7富山環境大臣会合で、MPの海洋生態系に対する脅威を認識し、削減に資する多様な研究活動を促進することを国際的に合意
"	9月	県議会第3回定例会でMP汚染問題が取り上げられ、環境農政常任委員会では県としてできる調査研究の推進が要望される
"	9月	フランスで使い捨てプラ容器の利用禁止が法制化
2017年	6月	G7ボローニャ環境大臣会合で、MPの漸進的削減を合意

10

次に、マイクロプラスチックに関する世の中の動きをまとめました。プラスチック製品を私たちが大量に使用し始めたのは、高度経済成長期に入ってからと思われませんが、世界的にみると、1950年代には、すでにプラスチックが海洋中へ流出していることが認識されています。また、1972年には今で言うマイクロプラスチックが海洋生物に捕食される危険性を述べた報告もあります。しかし、実際に、マイクロプラスチックが海洋汚染の問題として取り上げられ始めたのは、2000年代に入ってからになります。2015年には、環境問題への取り組みが早いEUで、化粧品中のマイクロプラスチック使用の自粛などが議論になっています。また、日本でも環境省が漂着ごみとの関係でプラスチック浮遊調査の結果を公表しています。アメリカも、同じ2015年にはすでに化粧品でのマイクロビーズ使用禁止法案を成立させています。日本の化粧品連合会が自主規制を始めたのは2016年3月からであり、その年の9月には、神奈川県でも県議会でこの問題が取り上げられ、県としてできる調査研究を推進するよう、要望が出されています。

神奈川県 **直近の状況** 

G7シャルルボワサミット (2018年6月)

- ✓ **健全な海洋及び強靱な沿岸部コミュニティのためのシャルルボワブループリント**はG7すべての国が了承
趣旨；持続可能な海洋と漁業を促進させ、沿岸及び沿岸コミュニティを支援し、海洋プラスチック廃棄物や海洋ごみに対処する
- ✓ **G7海洋プラスチック憲章** ←日米は署名しなかったため批判された
趣旨；現在のプラの製造・使用・管理・廃棄が海洋や人健康の脅威であることを認識し、効率性の高い資源管理アプローチにコミットする
目標；2030年までにすべてのプラを再利用・リサイクル可能にし、プラ包装55%リサイクル・再利用し、2040年までに100%回収
- ✓ 署名しなかった理由・・・生活や産業への影響を検討してから

海岸漂着物処理推進法改正 (2018年6月15日成立)
主にマイクロビーズを対象に、製品への使用抑制や排出抑制に努めるもの

その後の海外の動き

- ✓ EUがストローなど使い捨てプラの流通禁止を公表
2019年5月までの加盟国の承認を目指す

プラスチック資源循環戦略の策定 (2019年5月31日)
2030年までにワンウェイプラを25%削減、容器包装の6割をリユース・リサイクルするといったマイルストーン（中間目標）を設定

Kanagawa Prefectural Government 11

ごく直近の状況になります。2018年6月のG7シャルルボワサミットでは、「G7海洋プラスチック憲章」が提案され、2030年までにすべてのプラスチックを再利用・リサイクル可能とするなど、チャレンジな目標を掲げましたが、日本は産業界への影響などを懸念してアメリカとともに署名しなかったため、大いに批判を浴びることになりました。ただし、その直後これまでにあった「海岸漂着物処理推進法」を改正して、努力義務ながら、マイクロビーズの使用・排出の抑制を定めています。

2019年6月にはG20会合を大阪で開催するにあたり、環境省が中心となって「プラスチック循環戦略」を検討し、5月31日付けで策定しています。これには、中間目標、いわゆる「マイルストーン」が設定され、2030年までにワンウェイプラの25%を削減すること、また容器包装の6割をリユース・リサイクルすること、バイオマスプラスチックを約200万トン導入することなどが規定されています。

神奈川県 **シロナガスクジラの打ち上げ**

平成30年8月5日@由比ヶ浜



かながわ海岸美化財団提供

Kanagawa Prefectural Government

12

ご承知の方も多いと思いますが、平成30年の8月、由比ヶ浜海岸にシロナガスクジラの赤ちゃんが打ち上げられました。シロナガスクジラ自体も国内で打ち上げられることは珍しいそうですが、このクジラがまだ哺乳期だったのにもかかわらず、胃の中からプラスチックのフィルム片が出てきたということで、衝撃をもって受け止められました。直接の死因はわかりませんが、お母さんとはぐれてしまったのでしょうか。

神奈川 かながわプラごみゼロ宣言

掲載日：2018年10月2日

「かながわプラごみゼロ宣言」—クジラからのメッセージ—



かながわプラごみ
ゼロ宣言

クジラからのメッセージ

SDGs
私たちが一人ひとりの
行動が、
未来につながる。
SDGs未来都市 神奈川県

海洋汚染が今、世界規模で大きな社会問題となっています。2018年夏、鎌倉市由比ガ浜でシロナガスクジラの赤ちゃんが打ち上げられ、胃の中からプラスチックごみが発見されました。

SDGs未来都市である神奈川県は、これを「クジラからのメッセージ」として受け止め、持続可能な社会を目指すSDGsの具体的な取組として、深刻化する海洋汚染、特にマイクロプラスチック問題に取り組みます。

Kanagawa Prefectural Government

13

神奈川県では、このことをクジラからのメッセージとして受け止め、同年10月に「かながわプラごみゼロ宣言」を発出し、2030年までの出来るだけ早い時期に、リサイクルされず、そのまま捨てられてしまうプラスチックごみをゼロにしようと取り組んでいます。

SDGsとの関係

- ✓ SDGs（持続可能な開発目標）は、持続可能な世界を実現するための17のゴールで構成された2016年から2030年までの国際目標
- ✓ 本研究は、この14番目の目標を実現するための取組として位置づけ




目標 14. 持続可能な開発のために海洋・海洋資源を保全し、持続可能な形で利用する

14.1 2025年までに、海洋ごみや富栄養化を含む、特に陸上活動による汚染など、あらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する

Kanagawa Prefectural Government


14

「SDGs」についても、最近様々なところで言われていますので、ご存じの方が多いと思います。SDGsとは、Sustainable Development Goals の略で、持続可能な開発目標として国連が定めたものであり、2030年までに達成することを求められています。17のゴールと呼ばれる、目標にあたるものがあります。神奈川県は、SDGs未来都市に選定されています。今回私たちが取り組んでいる研究については、17のゴールの中の14番目の目標を達成するための取り組みとして位置づけられています。ゴールの下には、ターゲット（こちらが実際のゴールに近い）がトータルで169ありますが、この14番目の目標の中にも、9個のターゲットがあります。その9個の中の1番目、「2025年までにあらゆる種類の海洋汚染を防止し、大幅に削減する」ことを目指して研究を推進しています。



神奈川県

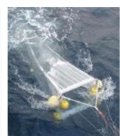
環境省のMP調査




沖合海域におけるマイクロプラスチックの調査(平成27年度)
別添1-7

- ・平成27年度は、沖合海域における漂流ごみの目視観測調査に併せ、我が国周辺の沖合海域の78地点において、マイクロプラスチック※を採取。
- ・マイクロプラスチックは、海域によって密度に大きな差異が生じており、平成26年度調査と合わせれば、日本北部や九州周辺で高い密度を示す傾向が見て取れる。

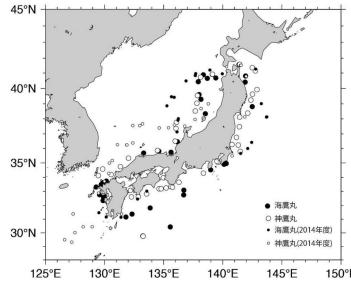
※サイズが5mmを下回ったプラスチックの漂流・漂着ごみ



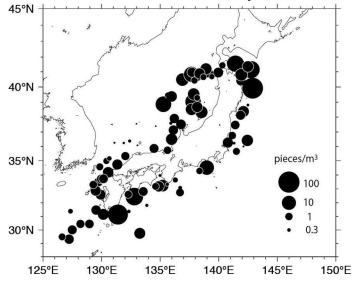
ネットによる採取



顕微鏡による計測



● 海漂丸
○ 沖合丸(2014年度)
△ 沖合丸(2014年度)



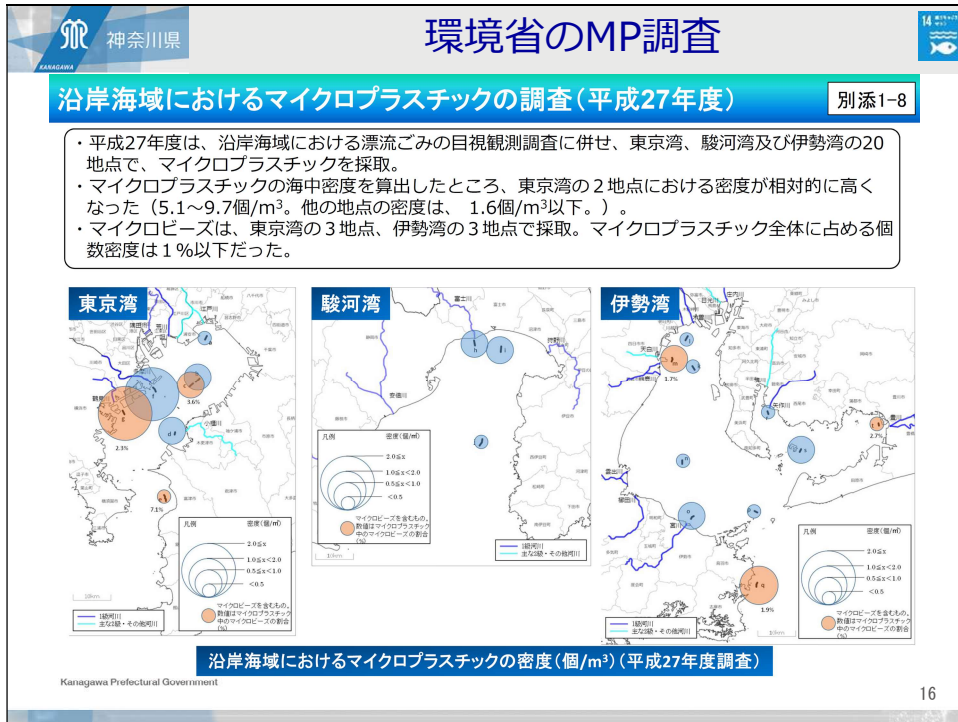
[単位体積 (m³) あたりの個数]
pieces/m³
● 100
● 10
● 1
● 0.3

沖合海域のマイクロプラスチック調査の地点(平成26年度、27年度の比較)


沖合海域のマイクロプラスチックの分布密度(平成26年度と27年度を合わせた結果)

Kanagawa Prefectural Government
15

こちらは、環境省の調査結果になります。環境省では、漂着ごみの調査と合わせて、主に沖合に漂流しているマイクロプラスチックの調査も実施しています。平成27年度の調査結果によると、北海道を除く本州、四国、九州の沿岸域を調査していますが、右の図をみると、丸の大きさが分布密度になるため、どちらかという、太平洋側で多い傾向が見られます。私どもは地方の環境系試験研究機関であるため、他の地方の研究者とも話をするのですが、鳥取や島根などの日本海側では、ポリタンクなどがそのまま漂流してきて、ふたを開けると「ぷしゅっ」と音がして、酸やアルカリなど、危険性がある液体がそのまま入っていたりすると聞いています。やはり大陸が近いことから、大陸からそのままの形で流れてくるため、マイクロプラスチックは逆に少ないのかもしれない。




また、同じく27年度の調査では、代表的な東京湾、駿河湾及び伊勢湾を対象としたマイクロプラスチックの調査も実施していますが、これを見ると一目で東京湾に多いことがわかります。県では、公共用水域の調査として、河川だけでなく、相模湾や東京湾でも、定期的に水質の調査を実施しています。やはり、相模湾に比べて、東京湾では、見ての通り、三方を陸地に囲まれ、狭い浦賀水道しか外洋とつながっていないため、湖などと同様に、いわゆる「閉鎖系水域」ということで、水の入れ替わりが少ないことから、水質もあまりよくない結果になっていますが、マイクロプラスチックについても、同様の傾向と思われます。



神奈川県

研究が一番進んでいるMPはペレット



✓ 有害物質の濃縮率（京浜運河）

TABLE 3. Concentration of PCBs, DDE, and NP of Seawater and Marine PP Pellets and Their Apparent Distribution Coefficients in Keihin Canal

PCB congener	concentration			log K ^d for	
	dissolved phase ^a (pg/L)	particulate phase ^a (pg/L)	marine PP pellet ^a (ng/g-pellet)	particulate phase	marine PP pellet
8, 5	13	17	1.2	5.48	4.98
28	76	55	9.4	5.21	5.09
52	116	86	14.3	5.22	5.09
44	74	55	10.1	5.22	5.14
66, 95	108	152	19.9	5.49	5.26
90, 101	39	76	12.6	5.64	5.51
110, 77	26	66	11.2	5.75	5.63
118	17	61	8.7	5.90	5.71
132, 153	5	66	7.9	6.47	6.19
105	10	39	6.0	5.93	5.77
138, 160	7	67	8.3	6.31	6.06
187	3	13	1.8	5.92	5.73
128	5	12	1.4	5.73	5.45
180	nd ^a	17	2.7	na ^f	na ^f
170, 190	nd ^a	10	1.4	na ^f	na ^f
206	nd ^a	nd ^a	0.2	na ^f	na ^f
ΣPCB	499	792	117	5.55	5.37
DDE	(pg/L)	(pg/L)	(ng/g-pellet)		
	11	37	3.1	5.87	5.44
NP	(ng/L)	(ng/L)	(μg/g-pellet)		
	106	35.0	8.90	4.86	4.92

Kanagawa Prefectural Government Mato et al., Environ. Sci. Technol., 2001

✓ ペレットを調べれば海の様子が変わる

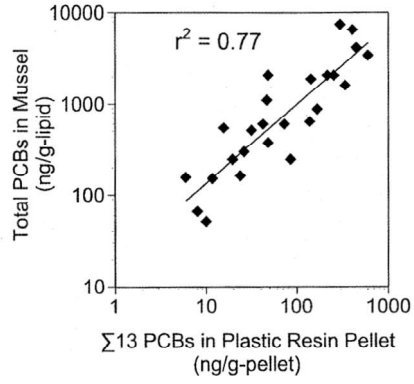


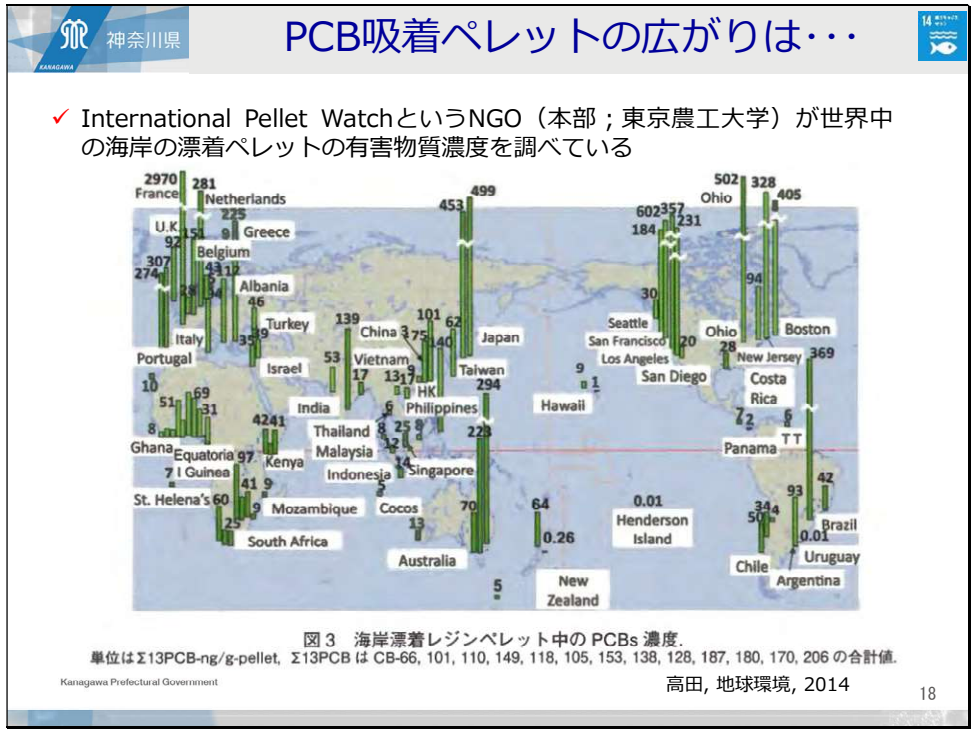
図2 レジンペレット中のPCBs濃度と同海域のイガイ中のPCBs濃度の相関。
高田, 地球環境, 2014

先ほど2000年ごろからマイクロプラスチックの研究は進んでいると申し上げましたが、一番最初に取り組んだのが、プラスチックの原料である樹脂ペレットの状況把握でした。東京農工大学の高田先生が当初から取り組んでいます。

左の表は、京浜運河で採取したペレットと海水中のPCBの濃度を示したものになります。PCBは実際には209種類の異性体*の混合物ですが、それぞれに「背番号」のようなものがあります。一番左の列にある数字が個々の異性体の番号になります。PCBは油に近い性質のため、水には溶けにくく、海水中には、水に懸濁している粒子状の物質に吸着されています。logKdの数字が出ていますが、その粒子状物質への吸着力と、樹脂ペレットへの吸着力を比較すると、ほぼ同程度になりますよということを意味しています。PCB以外にも、DDEというすでに世界的に使用禁止になった塩素系農薬の一種やノニルフェノール(NP)も表の下の方に示されていますが、やはり同様の結果になっています。

右の図は、ペレットに吸着しているPCB濃度が高いほど、同じ海域に生息するイガイという貝類の脂肪中に含まれるPCB濃度も高い傾向があるという結果であり、その海域の汚染状況は、ペレットを分析すればわかります。

* 異性体とは、同じ種類の原子でできているが、違う構造をしている物質のこと。PCBの場合、塩素の数と位置によって209種類の異性体が存在する。



ペレット研究の第一人者である東京農工大学の高田先生は、ペレットウォッチというNGOを作り、世界中からペレットを集めて吸着したPCB濃度を調べています。これによると、世界的にPCB汚染ペレットが広がっている結果になっています。


神奈川県 平塚高浜台海岸で採取したペレット



- ✓ 変色ペレットほど漂流している時間が長く、吸着しているPCBなどの化学物質が多くなる。
- ✓ 変色の原因は、ペレットに配合されているフェノール系酸化防止剤が劣化してキノン体に変化するため、黄変する (Endo *et al.*, Mar. Pollut. Bull., 2005)


Kanagawa Prefectural Government 19

この写真は、平塚の高浜台海岸で採取したペレットを、色の変化を見比べるために、順番に並べたものになります。変色して、うすい黄色から次第に褐色に変化していくようですが、色が濃いものほど海洋中で漂流している時間が長く、吸着しているPCBなどの化学物質濃度も高い傾向があります。プラスチックは熱に弱く、成型時の加熱によっても劣化してしまうため、原料であるペレットの状態でも、酸化防止剤を添加しておく必要があります。ペレットが変色する原因は、使用しているフェノール系酸化防止剤が、(自身が酸化されて樹脂の劣化を守るため、フェノールの官能基である-OH基が、=O(キノン体)へと変化する際に、キノン化合物特有の黄色へと)変色するためではないかと言われています。



神奈川県

神奈川県における研究の目的



必要性

- ✓ 神奈川県にとって**相模湾**の保全は、自然環境・海洋生態系保全及び海面漁業資源保護の観点から重要
- ✓ 相模湾の保全対策は、これまで水質及び海岸ごみ（粗大物）を対象に実施してきたが、今後海洋プラスチック汚染対策についてどう対応すべきか検討する情報が不足
- ✓ **環境省**でもMP調査が行われているが、対象は**日本近海**の漂流MPであり、**ローカル**な相模湾の保全及びその前段にあたる研究は、**地元**である神奈川県が主体的に行うべき
- ✓ 発生源対策に結びつく情報が必要
- ✓ 沿岸のMP汚染状況を把握するには、**吸着している化学物質の測定**も必要

Kanagawa Prefectural Government

20

さて、長い前段は終わりにして、ここから私たちが実施した研究について、説明することになります。今回の研究の目的は、次のとおりになります。

まず、相模湾は海洋生態系や海洋資源保護のために重要であること。そしてその相模湾の保全対策は、これまで水質については当センターが、海岸ごみについては、全国で唯一といってよいのですが、県と沿岸市町が出資して立ち上げた「かながわ海岸美化財団」というところで清掃を実施してきたものの、今後の海洋プラスチック対策については、どう対応すべきかの情報が不足していること。さらには、先ほどご説明したように、環境省(国)もマイクロプラスチックの調査を実施していますが、主に日本近海に漂流しているものであることから、ローカルな相模湾における研究は、県で主体的に実施する必要があると考えました。また、県が実施するにあたっては、施策として「発生源対策」を求められることから、そこに結びつく情報が必要であること、さらには、これまでの研究で知られているように、吸着化学物質に関する情報も必要と考えたわけです。

神奈川県 研究で着目するMPの輸送過程

沿岸トラッピング (near-shore trapping)

- ✓ 沿岸に浮遊するメソプラスチックは海浜に漂着し、潮汐と波の作用で容易に海中に戻る
- ✓ このプラスチックの沿岸輸送過程は海浜上でメソプラスチックがMPに細粒化するまで永続的に作用し、サイズが数mmの破片に破碎されると、沿岸トラッピングから開放され、沖合いに広がる (Isobe *et al.*, Mar. Pollut. Bull., 2014)

↓

- ✓ この知見をもとにMPの分布量を次の**2つの視点**から把握

- I MP形成の場としての海岸の現況を把握 (漂着MP)**
 - ▶ 漂着状況は湾内の分布 (特に、海岸から100m程度までの範囲) を反映するため、湾内存在量推定の手がかりになる
 - ▶ 調査に係る労力が比較的小さいため、調査頻度を上げられる
- II 沿岸トラッピング解放後の湾内の現況を把握 (漂流MP)**
 - ▶ 湾内生態リスクに直接関係するため、最終的な評価には不可欠

Kanagawa Prefectural Government 21

ここでは、これまでの研究で明らかにされているマイクロプラスチックの輸送について説明します。沿岸に浮遊しているプラスチックごみは、潮汐(約半日の周期で上下に変化する潮位のこと)や波の作用によって、海中と海岸の砂浜を行ったり来たりしています。その間に、紫外線などによって劣化し、波の作用などによっても細分化されて、マイクロプラスチックになります。ここでいう「メソプラスチック」とは、前に説明したマクロプラスチックなどと同義語で、ある程度の大きさがあるプラスチックのことです。

これが細かいマイクロプラスチックになってしまうと、海岸と海中をいったりきたりする旅、つまり「沿岸トラッピング」という作用から抜け出して、沖合へと新たな旅に出てしまい、広い海を漂うのではとされています。

この知見に基づき、私たちが着手したのが、I の海岸の現況を把握するための調査になります。これを調べることにより、ローカルな相模湾内の存在量が効率的に調べられると考えました。もちろん、II に示した沖合の漂流マイクロプラスチックの調査についても、同時に実施した方が良いのですが、これについては国の方で実施していますし、船を調達して調査を実施することは、水質調査などで行ってはいますが、県独自で行うには、時間もお金もかかることから、まずI の調査を先行して始めました。

神奈川県 海岸漂着状況の把握の考え方

- ✓ MPの化学物質吸着能は材質によって異なる (Endo *et al.*, Mar. Pollut. Bull., 2005) ため、材質別の漂着状況を把握する
- ✓ 相模湾の海浜4ヶ所、比較のため東京湾の海浜1ヶ所を選定 (沿岸流の方向を考慮し、近傍流入河川の右岸側に調査点を設定)
- ✓ 満潮線上に採取点を設定し、複数の海岸の漂着状況を比較

沿岸流の方向

- 1 逗子海岸 (田越川右岸・逗子市)
- 2 鶴沼海岸 (引地川右岸・藤沢市)
- 3 高浜台海岸 (相模川右岸・平塚市)
- 4 山王網一色海岸 (酒匂川右岸・小田原市)
- 5 久里浜海岸 (平作川右岸・横須賀市)

Kanagawa Prefectural Government 22

海岸への漂着状況を把握するための調査は、次のように設計しました。調査地点については、海岸の複数個所を選択する必要がありましたが、上の図に示すように、主な流入河川の河口域とし、相模湾側で4か所、比較対象として東京湾側で1か所選びました。相模湾内の沿岸流は、反時計回りに流れているとの報告があるため、調査の条件をそろえるため、いずれの地点でも、河口の右岸側で採取することにしました。また、マイクロプラスチックへの化学物質の吸着の仕方は、材質によっても異なると報告されているため、材質別に漂着状況を把握することにしました。

神奈川県

試料の採取部位

✓ 湾内のMPが漂着する部位である**満潮線**（満潮線のMPが潮汐の作用で海中との往來を繰り返す）

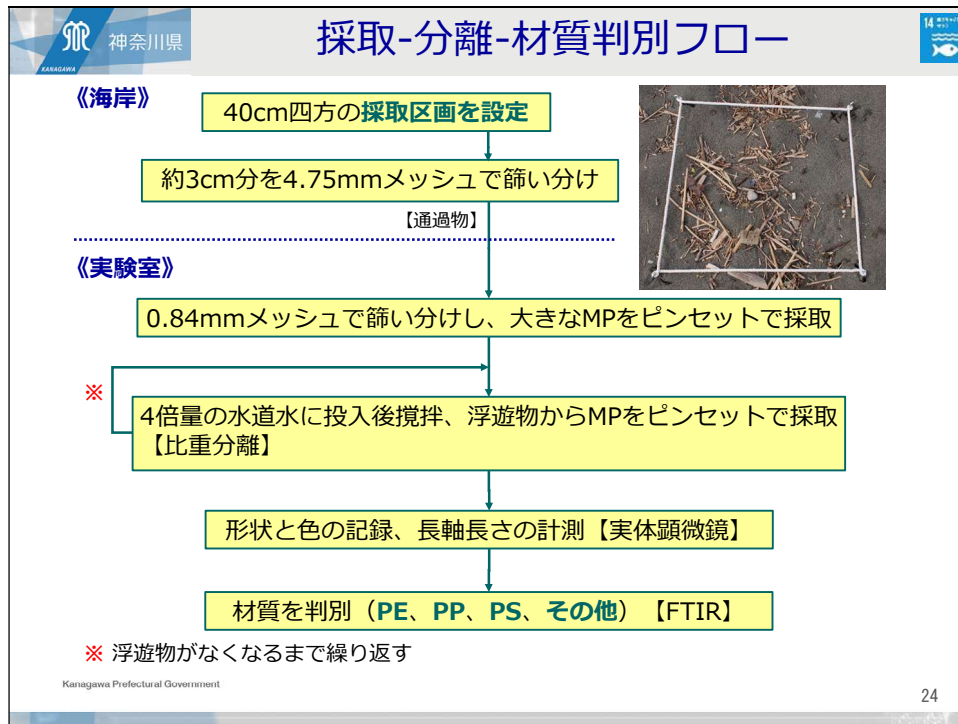


高浜台海岸の満潮線

Kanagawa Prefectural Government

23

マイクロプラスチックだけでなく、漂流ごみも同じですが、海岸にある「満潮線」と呼ばれる、潮が一番満ちてきた時に波が上がる場所に多く存在することが、実際の海岸を観察するとよくわかります。そこで、ここを試料採取場所としました。



こちらが、マイクロプラスチックの採取から分離、材質判定までの流れになります。海岸で、40cm四方の採取区画を設定し、その区画の表面約3cm程度をスコップで全てすくい、4.75mmのメッシュでふるい分けをします。最初にお話したように、マイクロプラスチックは5mm以下のサイズと定義されていますが、既製品のふるいには、5mmちょうどのメッシュサイズがないため、4.75mmという中途半端なものを使用しています。ふるいを通じた試料には砂も含まれていますが、これを全て実験室へ持ち帰り、0.84mmのメッシュで砂とのふるい分けをします。ふるいに残ったものの中から、比較的サイズが大きいマイクロプラスチックを1粒ずつピンセットで採取します。その後、約4倍量の水の中へ、通過した砂ごと投入し、浮いてきたプラスチックを採取します。肉眼で判別しますので、人によっても異なりますが、最も小さなもので0.5mm程度までしか確認できません。さらに小さいサイズのマイクロプラスチックを採取するためには、別の手法が必要と思われます。

このようにして採取したマイクロプラスチックは、実体顕微鏡下の観察により、形状や色の記録と長軸長さの計測を行い、FT-IR(フーリエ変換赤外分光光度計)という装置で、プラスチックの材質判定を実施します。

神奈川県 試料採取法の設定

- ✓ まず、**海岸ごとに比較可能な試料採取方法**を検討

満潮線上の採取部位

- ✓ triplicateを前提
 - 漂着物の集積度の高い点に設定 (**最大ベース**)
 - 両端10%ずつを除外した満潮線を3等分しその中点に設定 (**平均ベース**)

↓

- ✓ 平均ベースはMP偏在の影響を大きく受ける。**最大ベース**は採取数のばらつきが小さい (久里浜のCV ; 最大ベース17%、平均ベース93%)

満潮線上の採取点数

- ✓ triplicateを基準に、n=2、1の1mm刻みの粒径別比率を比較

↓

- ✓ **n=2**では、粒径別比率がほぼtriplicateの95%信頼区間に入り、**n=3と有意差がほぼない**粒径分布が得られた (久里浜、鶴沼)

設定した採取法

- ✓ **漂着物集積度の高い部位を2点採取し、平均する** (池貝ら, 全国環境研会誌, 2017)

Kanagawa Prefectural Government 25

まず初めに、海岸ごとに比較可能な試料採取方法を検討しました。ある地点で、代表的な試料を採取するためには、3検体 (triplicate) 採取することで、ばらつきが少なく、平均的な値を把握出来ると言われていています。そこで、マイクロプラスチックが多く集まっている満潮線上を採取場所として、漂着物の集積度が高い地点での採取 (最大ベースの調査と呼びます) と満潮線の両端を除いて3等分し、それぞれの真ん中の地点での採取 (平均ベースの調査と呼びます) の2つの結果を比較しました。その結果、3つの採取試料のばらつきを見たところ、最大ベースの方が17%と、データのばらつきが少なく、代表的な試料を採取することが出来たのに対し、平均ベースでは、93%と非常にばらつきが大きい結果になったことから、これ以降は最大ベースの調査を基本とすることにしました。また、このマイクロプラスチックの分析手順については、先ほどお示したように、1粒ずつの分析となり、非常に手間がかかることから、試料の数は必要十分な程度に抑えたいのが実情です。そこで、最大ベースの調査において、3検体 (n=3) と2検体 (n=2) の結果を比較したところ、統計的に有意な差がなかったことから、2検体採取して、その結果を平均するという方法で、海岸ごとの結果を比較することとしました。

神奈川県

材質の判定方法

✓ 材質の判定は、**赤外線吸収スペクトル**により行う。

↓

赤外線 (IR) をあてると、そのエネルギーで分子を構成する原子の結合が**伸び縮み**する。この伸び縮みによって**分子のなかでプラス電荷の中心とマイナス電荷の中心の距離が変化**する（双極子モーメントが変化する場合）、その分子は赤外線を**吸収**する。
原子の結合の種類によって、吸収する赤外線の波長が異なるので、吸収した**波長の位置から、分子の構造が推定**できる。

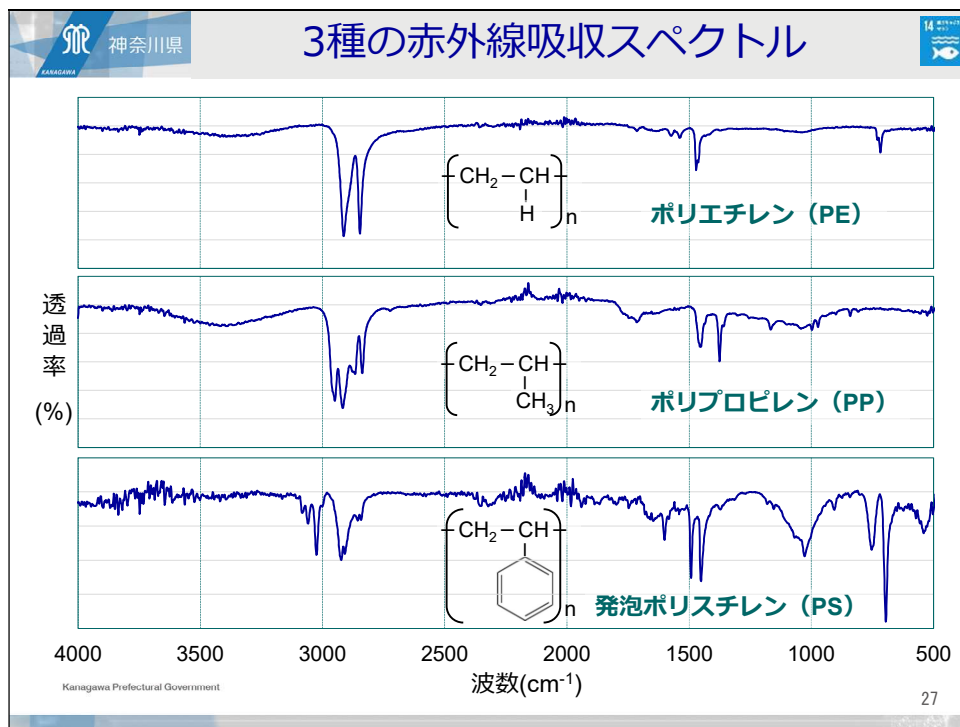
✓ 赤外線の吸収位置から、プラスチックの骨格である**炭素 (C)** と**水素 (H)** の結合の状態を判定し、種類を見分ける

✓ 現在の採取方法で得られたMPの大部分は、**ポリエチレン (PE)**、**ポリプロピレン (PP)**、**ポリスチレン (PS)** のどれかに該当

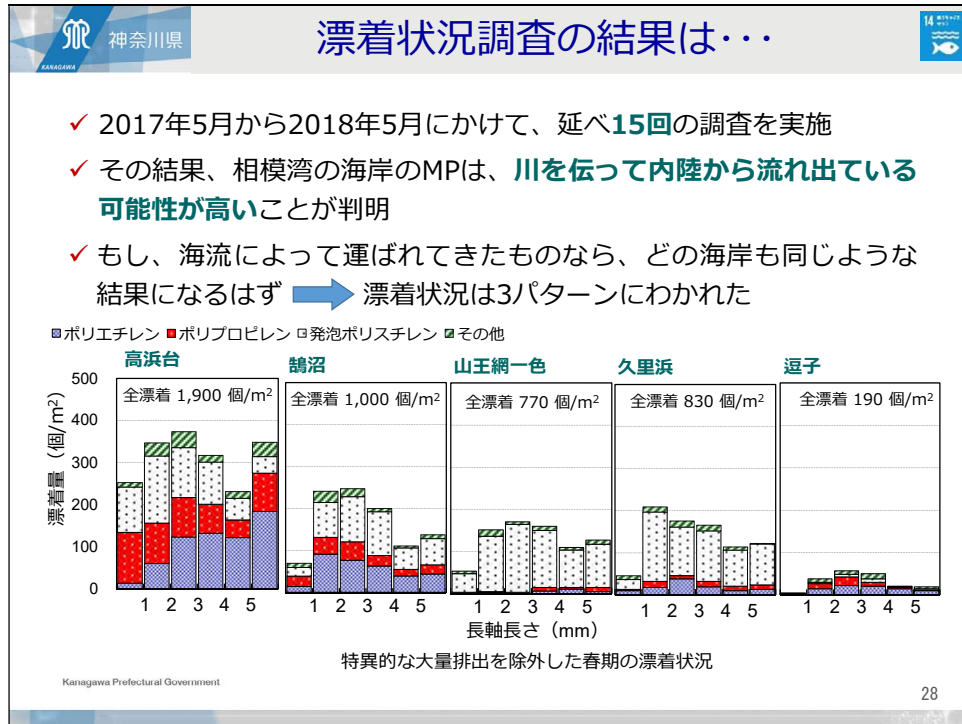
Kanagawa Prefectural Government

26

材質の判定には、FT-IRという装置を使用すると説明しましたが、試料に赤外線を照射して、得られる赤外線吸収スペクトルから判定することが出来ます。これは、主に有機物(炭素が含まれている化合物)を特定するのに有効です。海岸に漂着するマイクロプラスチックは、比重が軽く、私たちが日常的に多く使用している、ポリエチレン(PE)、ポリプロピレン(PP)及び発泡ポリスチレン(PS)が大部分を占めています。



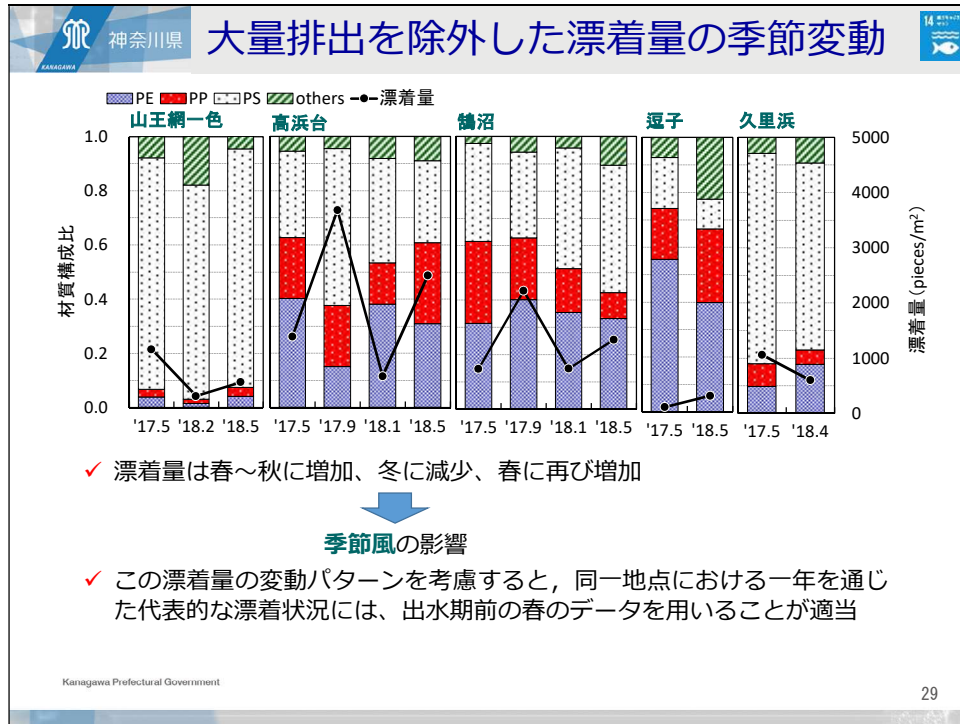
こちらが、その代表的な3種類のプラスチックの赤外線吸収スペクトルになります。これらの標準品のスペクトルと、試料のスペクトルを重ね合わせて、一致すれば、同じ材質と判断することが出来ます(指紋の照合と同じです)。



実際の調査は、2017年の5月から2018年の5月までの1年間、延べ15回実施しています。夏場は海岸に観光客が多く、試料がその影響を受けるため、調査は実施していません。結果を取りまとめたものが、この図になります。あとでお話する特異的な大量排出を除いたものになっています。この結果からは、海岸への漂着状況は、以下の3つのパターンに分類されることが分かりました。

- ① 代表的な3種類のプラスチックがそれぞれ検出される高浜台や鶴沼海岸
- ② 発泡ポリスチレンの割合がかなり高い山王網一色や久里浜海岸
- ③ そもそもマイクロプラスチックの漂着量が少ない逗子海岸

もし、これらのマイクロプラスチックが外洋から主に運ばれてきたものであれば、いずれの海岸でも同じような結果になるはずですが、つまり、相模湾の海岸に漂着するマイクロプラスチックは、外洋からくるといよりは、内陸から、川を伝って流れ出たものではないかと推測されました。



この図は、漂着量の季節変動を示したものです。海岸へのマイクロプラスチックの漂着量は、秋の台風などによる大雨で増加し、冬には減少する傾向です。この原因として、季節風の影響が考えられ、南に向かって開いている相模湾では、冬の北風によって、マイクロプラスチックが海岸から沖合の方により多く流されているのではないかと推測しています。また、この結果から、同一地点における経年変化を見るためには、ある程度の漂着量があって、比較的安定している春先のデータで代表することが良いのではないかと考えています。

神奈川県 **特徴的形態を有するMPの漂着** 16

- ✓ 4期延べ15地点の試料採取を通じて、特徴的形態を有する3種のMPの漂着を確認、その由来を探索
- ✓ 従前から漂着が確認されていた樹脂ペレットを含めて、4種のMPの漂着特性を検討

1. 微小ポリスチレン小球（PS球） …… 一次MP
2. 中空球状MP …… 一次MP
3. 緑色へら状MP …… 二次MP
4. 樹脂ペレット …… 一次MP

Kanagawa Prefectural Government 30

ここからは、海岸で漂着したマイクロプラスチックのうち、特徴的な形態を持つものについて、解説していきます。従来から漂着が確認されていた樹脂ペレットを含めて、4種類、特徴的なものが見つかっています。

神奈川県 14 環境

微小ポリスチレン小球 (PS球)

特徴 粒径0.8~1.5mm程度、白~薄褐色の球状
材質 ポリスチレン (PS)
由来 **ビーズクッションの封入材**が廃棄時に環境中に漏出したものと推定

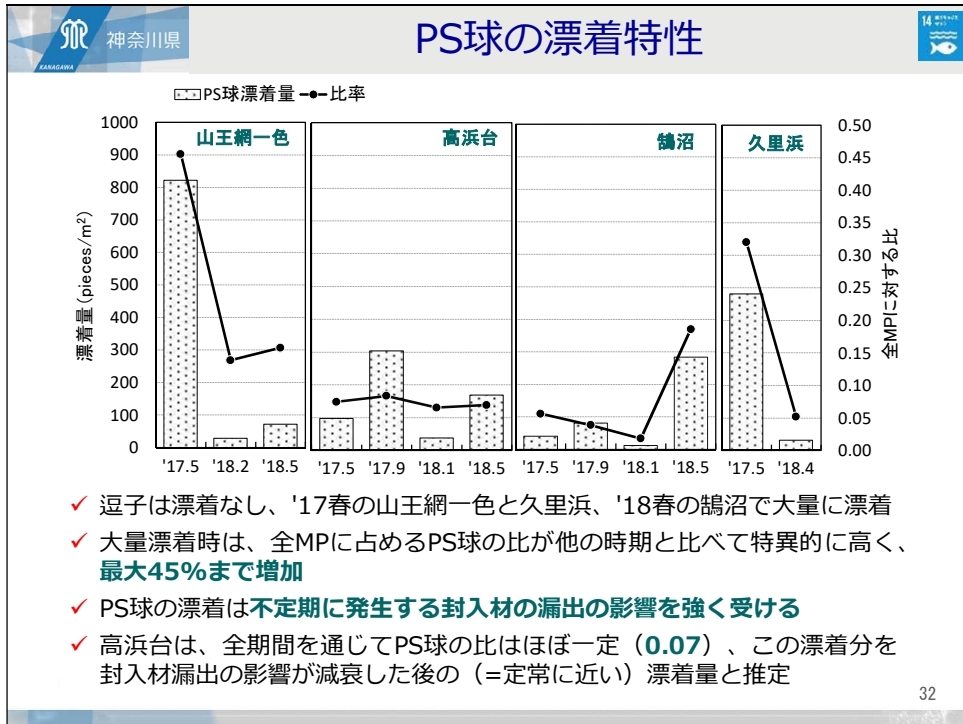


漂着PS球 (採取地は山王網一色)

ビーズクッションの封入材

Kanagawa Prefectural Government 31

まず、微小ポリスチレン小球です。山王網一色海岸で多く見つかったため、発泡ポリスチレン協会へ確認したところ、最近多く出回っている、非常に手触りが良いクッションの中身に使用されていることがわかりました。右が実際のクッションから取り出したものです。雑貨店などで、人の形に添って変形するため、「人をダメにするクッション」などと名付けられて販売されているようです。クッションとして形を保って使用されている間は良いのですが、例えば外側の生地が穴があいたり、破れたりした際には捨てられてしまうため、ごみとして適正に袋に入れるなどして廃棄しないと、廃棄時やごみ収集時に、中身が散乱してしまうことが予想されます。



このPS球の漂着特性を見ると、山王網一色や久里浜海岸で多いものの、不定期に増加していることから、おそらく、「クッションを廃棄する」というイベント(事象)があった際に、大量に漂着するのではないかと推測しています。高浜台海岸については、比較的一定の流出が認められています。

神奈川県 **中空球状MP**

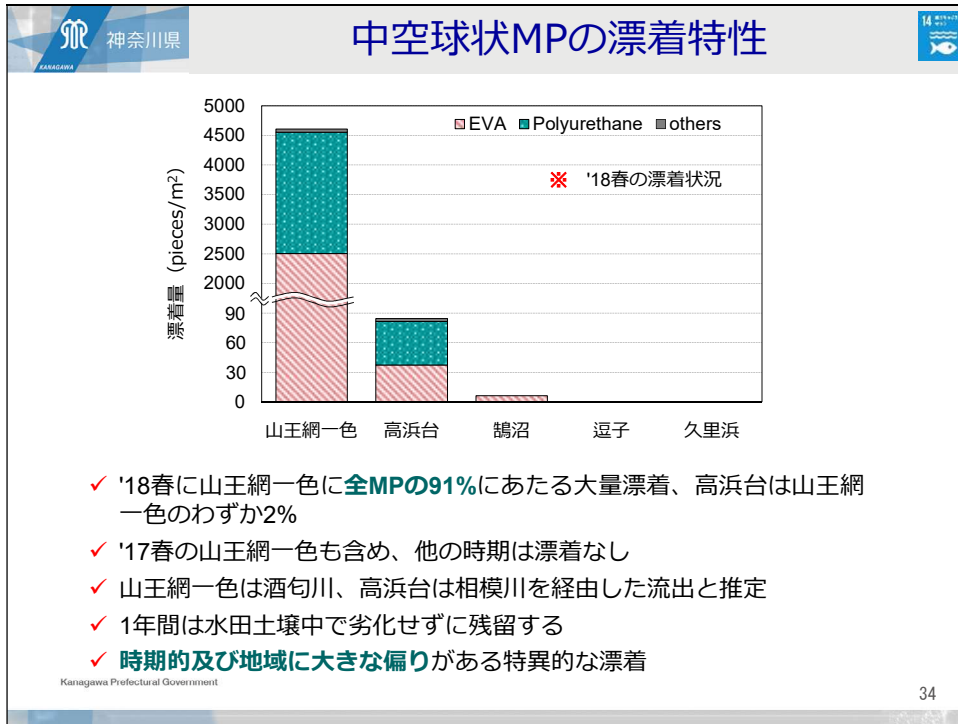
特徴 粒径3~5mm、薄褐色のつぶれたボール状
材質 エチレン酢酸ビニル共重合樹脂（EVA）又はポリエーテルウレタン
由来 前年施肥分の**樹脂系被覆肥料の被膜殻**が代掻きにより流出したものと推定



樹脂系被覆肥料被膜殻と推定される漂着した中空球状MP

Kanagawa Prefectural Government 33

2番目として、中空球状のマイクロプラスチックが多く見つかっています。これについて、県の農業技術センターという試験研究機関に問い合わせたところ、樹脂系の被覆肥料の被膜殻ではないかとの回答が返ってきました。被覆肥料は、農業従事者の減少や高齢化などを背景に、作業の省力化を図ること、また環境中で分解することに加えて散布する肥料量を抑えることが出来ることから、「環境保全型」として売り出しているそうです。材質としては、エチレン酢酸ビニル共重合体やポリエーテルウレタンなど、私たちが日常使用しているプラスチックと比べると、間違いなく分解しやすい素材で出来ているのですが、実際にはかなり原型を保ったままで、環境中へ排出されていることがわかりました。



この中空球状のマイクロプラスチックは、山王網一色海岸において、春先に多いことがわかりました。県の農業部門を通じてJAに確認したところ、樹脂製被覆肥料の使用量は、県西部で多いとのことでしたので、その結果がそのまま表れたと考えています。

おそらく、春先に田植えをする前の準備として、田起こした田んぼに水を張り、土をさらに細かく砕いて丁寧にかき混ぜて表面をならす、いわゆる「代掻き」と呼ばれる作業をしますので、その際、前年度に使用した分が流出しているのではないかと推測しています。このことについては、上での説明のとおり、農業部門とも情報を共有し、農家さんへの普及啓発も含め、一緒になって対策に取り組んでいるところです。

神奈川 県

緑色へら状MP

特徴 片面が曲面，裏側が平面状で細長く短軸側の一端がR形状の緑色破片
材質 ポリエチレン（PE）又はエチレン酢酸ビニル共重合樹脂（EVA）
由来 家庭用人工芝や玄関マットの突起部が劣化により破断し、流出したものと推定



漂着した緑色へら状MP

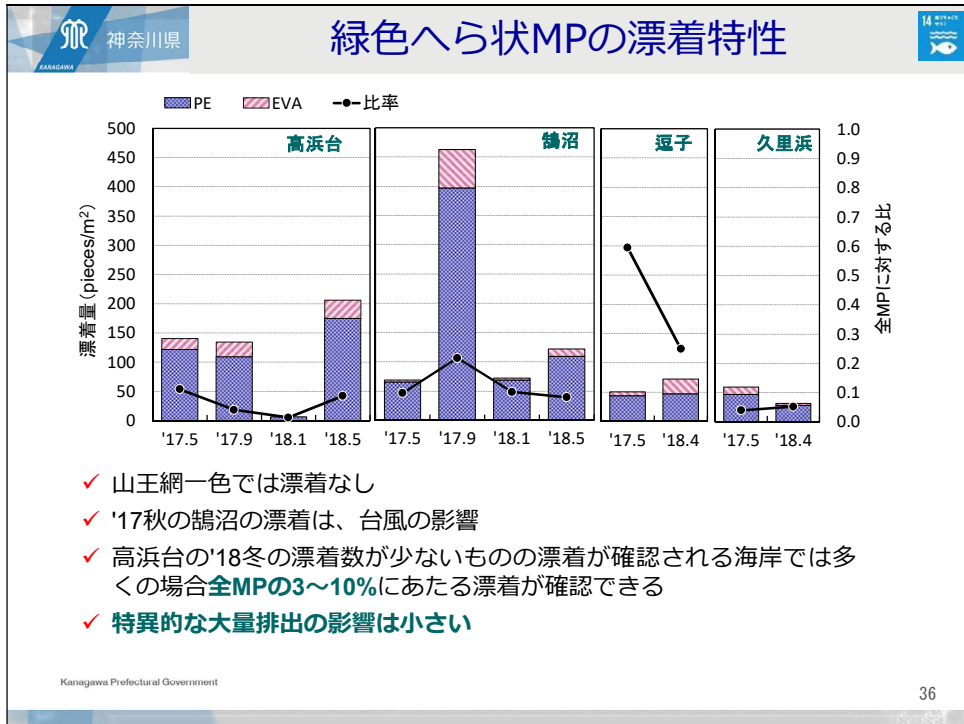


家庭用人工芝の一例

Kanagawa Prefectural Government

35

次が、緑色のへら状のマイクロプラスチックになります。鮮やかな緑色で目立つこともあり、当初は何だろうと思っていましたが、家庭でも一般的に玄関マットや庭で使用されている人工芝ではないかと考えました。実際に使用している玄関マットの脇には、靴底でこすれてはがれた先端が落ちていることを確認しています。



この緑色へら状のマイクロプラスチックについては、山王網一色海岸にはほとんど漂着がありませんでしたが、それ以外のどの海岸でも同じように検出されています。つまり、少しずつ劣化して、本体からはがれていって流出するという使用状況を表した結果になっていると考えられます。

神奈川県 樹脂ペレット

特徴 粒径3～5mm、円盤又は円柱状、もとの色は大部分が白で劣化の進行に伴い黄変

材質 大部分がポリエチレン（PE）又ポリプロピレン（PP）

由来 輸送過程での積み替え等に伴う漏出、プラスチック成型事業所からの漏出

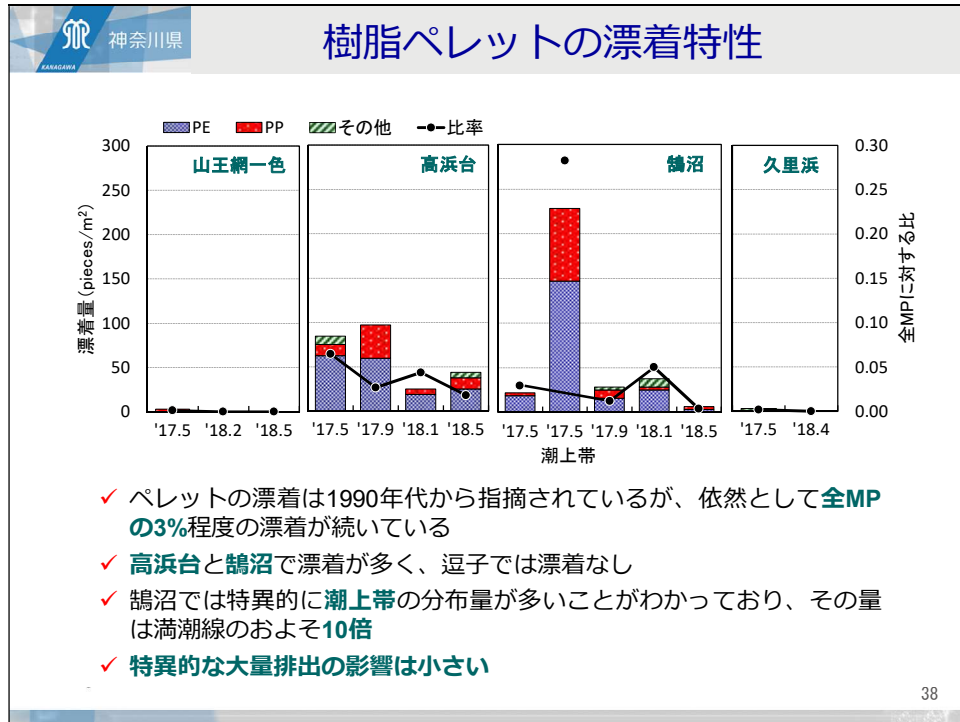


漂着したPEペレット

新品のPEペレット


Kanagawa Prefectural Government 37

最後に樹脂ペレットになります。先ほど、ペレットの漂着については、2000年頃から研究が進んでいると申し上げましたが、現在でもまだ流出が続いています。プラスチック製品の原料ですので、製品を作っている事業所からの漏出が考えられますが、工業団体は、会員向けに注意喚起を行い、対策をとるように、呼びかけているようです。製造事業所にとっては、材料の漏出はコストに跳ね返ってくるため、シビアになってもよさそうですが、1粒あたりの値段が安いこともあり、十分な対策が取られているとは言えないようです。また、これらの輸送には、フレコンバッグという大きなプラスチック製の開放型のバッグが使われることが多いことから、積み替えなどの作業によっても、漏出してしまおうのではと推測しています。




この樹脂ペレットの漂着は、高浜台と鶴沼海岸で多いことが分かりました。おそらく、これらの海岸の上流側に、製造事業所や輸送基地などがある可能性が考えられます。形状がわかりやすいこともあり、検出率も高い結果になっています。

特に鶴沼海岸においては、現在調査をしている満潮線上よりも、さらに内陸よりで、高潮線よりさらに上にある「潮上帯(直接海水には浸らず波しぶきを受けるところ)」により多い量が分布していることを確認しています。ペレットが波の最も先端のところにあつて、波しぶきとともに、びしゃつと潮上帯に打ちつけられるのか・・・などと想像が広がりますが、まだ実際に確認したわけではありません。



神奈川県
KANAGAWA

ストローの影響



16
ANNIVERSARY
環境16年

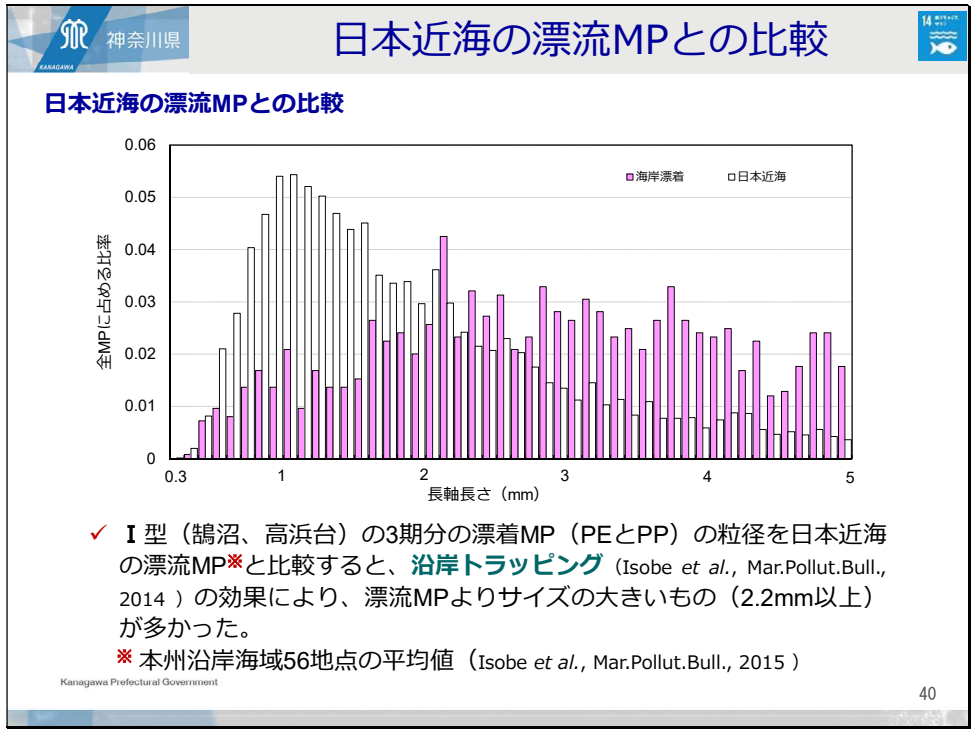
- ✓ ストローがMP化した場合、**ポリプロピレンフィルム状破片**が生成するはず
- ✓ 延べ15回の試料採取で、ポリプロピレンフィルム状破片の漂着状況を調べたところ、
 - 漂着が確認されたのは5回
 - うち、漂着量が最も多かったのが、'17年春の高浜台（9 pieces/m²）で、全MPに対する比率はわずか0.7%、15地点全体の検出率は**0.1%**
- ✓ 少なくとも、相模湾ではストローを全廃してもMPの削減にはつながらない

Kanagawa Prefectural Government

39

さて、海洋プラスチックごみの問題が皆様へ広く認識されたきっかけの1つに、ウミガメの鼻につき刺さったストローを抜くという、非常に痛々しい動画が拡散されたことがあります。このため、多くのファストフード店などで、ストローを減らす動きが出ていることはご承知のとおりです。

参考まで、私たちの調査結果から、ストローの影響をしてみることにしました。ストローは、ポリプロピレン製であり、これがマイクロプラスチックになったとすると、中が空洞ですので、フィルム状になることが推測されます。しかしながら、これまで調べた結果からは、そのポリプロピレン製のフィルムの割合というのは決して高くはなく、わずかに0.1%程度の検出率でした。おそらく、物事の全体を正しく認識出来る方には、ストローだけをなくしても、マイクロプラスチックや、さらにはプラスチックごみ問題の解決に大きな役割を果たすというわけではない・・・とご理解いただけていると思います。もちろん、近頃のタピオカブームなどもあり、あまりにも大量のストローを使いすぎていることには問題があると考えます。それでも、乳児や吸い込む力が減ってしまったお年寄りなど、どうしてもストローを使わざるを得ない方々もいますので、何か1つだけを悪者に仕立てあげても、正しい解決策にはならない場合があることをお伝えしておきます。



これは、私たちが採取した漂着マイクロプラスチックと九州大学の磯部先生が実施した日本近海における漂流マイクロプラスチックの大きさ（長軸長さ）を比較したものになります。これを見ると、日本近海に漂流しているマイクロプラスチックの方が、相模湾に漂着したマイクロプラスチックより小さいサイズが多いことから、先にお話した「沿岸トラッピング」の効果が実際に表われていると考えます。

神奈川県 **マイクロプラスチック削減のために重要なこと**

- ✓ マイクロプラスチックのもとになっているものは、使い捨てプラスチックだけではありません。**屋外使用が前提のプラスチック製品やプラスチックが部材の一部に使用されている家庭用品**などにも目を向けることが重要です。
- ✓ ごみではなく、現在使用中の製品もマイクロプラスチックの発生源になっています。これらの製品から、**想定外のルート**でマイクロプラスチックが環境中に出ていることがあります。
- ✓ 製品によってマイクロプラスチックが環境中に出ていくルートは異なります。マイクロプラスチックを減らすには、発生源を突き止め、その**発生源に適した削減策**をひとつひとつ検討し、**積み重ねていくしか方法はない**と考えられます。
- ✓ SDGsの「**つくる責任・つかう責任**」に基づき、プラスチック製品の生産者、ユーザー、処理者など**あらゆる主体のパラダイムシフト**と**全員参加による総合的な取組**が必要と考えます。

Kanagawa Prefectural Government 41

以上のまとめになります。

マイクロプラスチックのもとになっているのは、これまで使い捨てのプラスチックがポイ捨てされたものというイメージだったかもしれませんが、調査結果からは、それだけではなく、私たちが日常、屋外で使用しているプラスチック製品や家庭用品の一部にも目を向ける必要があること、また、現在使用中のものが発生源となりうることなどがわかってきました。それでは、「どうしたら良いのですか？」と皆さんからよく聞かれるのですが、実際には、「こうすれば全て解決します」という、「魔法の杖」のようなものはありません。地道に発生源を明らかにして、対策を積み重ねていくという方法以外にはないと考えています。実際に、今海洋中に広がっているマイクロプラスチックを回収するとしたら、ものすごくコストがかかることは想像していただけたらと思います。まだ小さくなっていないプラスチックごみであれば、まとまっているところを狙って回収することも、一部実際に行われていますが、残念ながら簡単ではありません。今後、マイクロプラスチックを少しでも出さないような生活を、個人個人が実践していくしか道はないと思います。ぜひ、皆さんに自分事として考えていただけたらうれしいです。